

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 797**

51 Int. Cl.:

G05B 19/418 (2006.01)

G05D 1/02 (2006.01)

B25J 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.08.2013 PCT/US2013/054243**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.02.2014 WO14026072**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2013 E 13751015 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 2883116**

54 Título: **Fabricación de producción ultraflexible**

30 Prioridad:

09.08.2012 US 201261681254 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

29.06.2020

73 Titular/es:

**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**FUHLBRIGGE, THOMAS, A.;
NEWKIRK, JEREMY;
MARTINEZ, CARLOS;
ZHANG, GEORGE, Q.;
ROSSANO, GREGORY, F.;
STAAB, HARALD;
BOCA, REMUS;
CHOI, SANGEUN;
KOCK, SOENKE y
EAKINS, WILLIAM, JOHN**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 769 797 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Fabricación de producción ultraflexible

5 1. Campo de la invención

Esta invención se refiere a un sistema de fabricación que usa poblaciones de unidades de transporte móviles estandarizadas ("MTU"), contenedores transportables (tales como mesas o recipientes) y varios tipos de celdas de trabajo para crear un entorno de fabricación altamente flexible.

10

2. Descripción de la técnica anterior

15 En un entorno de fabricación, las celdas de trabajo realizan diversos procesos, tales como soldadura, ensamblaje, mecanizado, inspección, etc. en piezas y ensambles, también denominados en la presente descripción como piezas de trabajo. Las piezas y los ensambles deben entregarse a las celdas de trabajo y también pueden moverse entre las celdas de trabajo para trabajos posteriores o a ubicaciones de celdas que no sean de trabajo en el entorno de fabricación durante el flujo del proceso, que es el conjunto de todos los procesos realizados en una pieza de trabajo y el orden de esos procesos.

20 El método convencional para entregar piezas de trabajo dentro de un entorno de fabricación es usar un sistema de transporte. Los sistemas de transporte se diseñan y construyen para transportar piezas de trabajo entre las celdas de trabajo en un orden específico. Las piezas de trabajo se montan típicamente en un dispositivo que es capaz de desplazarse a lo largo de las secciones de transporte y se ubica con precisión dentro de las celdas de trabajo.

25 Los transportadores son estructuras rígidas que se aseguran al piso. Con los sistemas de transporte, siempre hay un tiempo de espera para una celda de trabajo a medida que la pieza de trabajo anterior sale de la celda y se entrega una nueva pieza de trabajo a la celda. Esto da como resultado una porción de tiempo significativa que la celda de trabajo no está en uso. Los cuellos de botella también se crean en un sistema de transporte debido a las variaciones en los tiempos de ciclo para las diferentes celdas de trabajo. Los cuellos de botella provocan retrasos en la entrega de piezas de trabajo a las celdas de trabajo.

30

A. SEN y otros, "The supervisory system of the Imperial College Free Ranging Automated Guided Vehicle project", Ayuda para la toma de decisiones sobre sistemas complejos, Actas de la Conferencia Internacional sobre Sistemas, Hombre y Cibernética, páginas 1017-1022 (13 de octubre de 1991) [XP010054860] presenta un controlador de tráfico que interactúa con la flota AGV de acuerdo con las demandas de transporte.

35

L. D. INTERRANTE y otros, "Active rescheduling for automated guided vehicle systems", Ingeniería de Sistemas Inteligentes, Institución de Ingenieros Eléctricos, vol. 3., núm. 2, páginas 87-100 (21 de junio de 1994) [XP000484767] presenta el uso de técnicas basadas en el conocimiento para la reprogramación activa de un sistema automatizado de vehículos guiados en un entorno de fabricación.

40

Resumen de la invención

45 La invención se define por el sistema de fabricación como se define en la reivindicación independiente 1. Otras modalidades ventajosas de la invención se definen por las características técnicas adicionales contenidas en las reivindicaciones dependientes 2-15.

Un sistema de fabricación tiene:

50 una o más celdas de trabajo, donde cada una de las celdas realiza uno o más procesos de fabricación en una de una o más piezas de trabajo asociadas;

55 una o más unidades de transporte móviles ("MTU") para entregar contenedores transportables que contienen las piezas de trabajo hacia y desde las celdas de trabajo, la una o más unidades de transporte móviles que entregan los contenedores a las celdas de trabajo independientemente de una trayectoria fija en el lugar entre la una o más celdas de trabajo y de manera que las piezas de trabajo se localizan en las celdas de trabajo; y

60

un sistema informático que tiene en el mismo información de estado para cada una de la una o más MTU y que usa la información de estado para controlar cada una de la una o más MTU para entregar los contenedores transportables hacia y desde la una o más celdas de trabajo.

65

De acuerdo con una modalidad particular, en dicho sistema hay un flujo de proceso conocido que dicho sistema informático usa para realizar la selección de las MTU. Particularmente, dicho sistema informático realiza la programación de la producción y el enrutamiento de las piezas de trabajo.

65

ES 2 769 797 T3

- De acuerdo con un ejemplo, la al menos una de dicha una o más celdas de trabajo comprende la maquinaria capaz de realizar dicho uno o más procesos de fabricación.
- 5 De acuerdo con una modalidad, al menos una de dicha una o más celdas de trabajo comprende uno o más brazos robóticos industriales.
- 10 Particularmente, uno o más de dicho uno o más brazos robóticos industriales comprende un cambiador de herramientas que permite que dicha herramienta adaptada para realizar dicha tarea específica se cambie por otra herramienta adaptada para realizar otra tarea específica cuando cada uno de dicho uno o más robots tiene que realizar dicha otra tarea específica.
- De acuerdo con una modalidad específica, dicho sistema informático tiene en el mismo una red de carreteras y reglas de tráfico para controlar el movimiento de cada una de dicha una o más MTU.
- 15 En una modalidad, dicha red de carreteras define carriles o trayectorias para que las sigan dichas MTU y dichas reglas de tráfico definen direcciones unidireccionales para carriles o trayectorias cuando sea necesario y cuál de dicha una o más MTU tiene la preferencia en caso de una posible colisión.
- 20 De acuerdo con un ejemplo, al menos una de dicha una o más celdas de trabajo ubica dichos contenedores transportables dentro de dicha al menos una de dicha una o más celdas de trabajo.
- 25 Particularmente, cada una de dicha una o más celdas de trabajo que realiza trabajo en dichas piezas de trabajo en dicho contenedor transportable entregado a dichas solicitudes de celda de trabajo que realiza trabajo en un tiempo predeterminado en función de cuánto tiempo queda para completar dicho trabajo que enviarán una de dicha una o más MTU bajo demanda a dicha celda de trabajo solicitante.
- Como un ejemplo, dichos procesos de fabricación realizados por cada una de dicha una o más celdas de trabajo y el flujo de las MTU se controlan de acuerdo con un programa de producción asociado.
- 30 De acuerdo con una modalidad del sistema, dicho flujo de las MTU puede cambiar cuando ha ocurrido un evento de proceso.
- De acuerdo con un ejemplo, cuando se determina que el trabajo realizado en una de dicha una o más celdas de trabajo en dicha pieza de trabajo asociada está en error, dicho sistema informático ordena a dicha una o más MTU asociadas que entreguen dicho contenedor transportable con dicha pieza de trabajo en la que se realizó dicho trabajo a una de una estación de corrección del trabajo o un área de eliminación.
- 35 De acuerdo con un ejemplo particular, dicho uno o más procesos de fabricación en dicha una o más celdas de trabajo pueden cambiar para que dicha celda de trabajo realice uno diferente de dicho uno o más procesos de fabricación.
- 40 Particularmente, dicho sistema informático transmite información a dicha celda de trabajo sobre dicho proceso diferente de dicho uno o más procesos de fabricación a realizar.
- De acuerdo con otra modalidad, se realizan más de un flujo de proceso distinto simultáneamente, y una o más de dichas celdas de trabajo se usan en más de uno de los flujos de proceso distintos.
- 45 De acuerdo con otro ejemplo, se añaden una o más de dichas celdas de trabajo para añadir uno o más de dichos procesos al flujo de procesos o se eliminan para eliminar uno o más de dichos procesos del flujo de procesos al cambiar el flujo de tráfico de dichas MTU.
- 50 Particularmente, se añaden una o más celdas de trabajo adicionales a un conjunto de dicha una o más celdas de trabajo para aumentar de ese modo el número de celdas de trabajo en dicho conjunto de dicha una o más celdas de trabajo.
- 55 En una modalidad adicional, dos o más de dicha una o más celdas de trabajo realizan el mismo o más procesos.
- De acuerdo con una modalidad particular, dicho sistema tiene una o más estaciones intermedias para contener dichos contenedores transportables hasta que dicha celda de trabajo esté preparada para recibir dicho contenedor transportable y las ubicaciones de la una o más estaciones intermedias se asignan dinámicamente.
- 60 De acuerdo con un ejemplo adicional, una o más de dicha una o más celdas de trabajo comprende una o más estaciones de contenedores para recibir dichos contenedores transportables entregados a la celda de trabajo.
- Particularmente, una o más de dichas estaciones de contenedores se encuentran en ubicaciones predeterminadas dentro de dicha celda de trabajo.
- 65

Como un ejemplo, una o más de dichas estaciones de contenedores son estaciones de acoplamiento para localizar dichos contenedores transportables en dicha celda de trabajo.

5 En una modalidad específica, pueden usarse más de una de dichas MTU para el transporte de más de un tipo de dichos contenedores transportables.

Como un ejemplo, dicho uno o más procesos de fabricación realizados por cada una de dichas celdas de trabajo se realizan en un flujo que puede cambiar dinámicamente. Particularmente, dicho flujo para dicho uno o más procesos de fabricación se cambia solo por software.

10 De acuerdo con otra modalidad, dicho flujo para dicho uno o más procesos de fabricación cambia debido a eventos relacionados con dichos procesos de fabricación.

15 De acuerdo con una modalidad adicional, dicho flujo para dicho uno o más procesos de fabricación cambia para añadir o eliminar una o más de dichas celdas de trabajo.

Descripción de los dibujos

20 La Figura 1 muestra un entorno de fabricación ilustrativo que consiste en celdas de trabajo y estaciones de contenedores, MTU y estaciones intermedias asociadas.

La Figura 2 muestra un diagrama de bloques para la interconexión de un sistema informático y los dispositivos de control en cada celda de trabajo.

25 La Figura 3 muestra un diagrama de flujo para la coordinación entre el sistema informático y los dispositivos de control y el movimiento de las MTU mostradas en la Figura 1.

La Figura 4 muestra un diagrama de flujo para una modalidad usada por el sistema informático para coordinar las MTU.

30 La Figura 5 muestra un ejemplo de un contenedor transportable.

La Figura 6 muestra un ejemplo de una estación de acoplamiento.

35 La Figura 7 muestra un diagrama de bloques para la relación entre el almacén, la fabricación y las ubicaciones de envío.

La Figura 8 muestra un diagrama de flujo para la coordinación de la entrega de la pieza de trabajo de entrada.

Descripción detallada

40 Como se describe con más detalle a continuación, una población de MTU entrega contenedores transportables, que contienen piezas de trabajo a las celdas de trabajo para los procesos de fabricación. Los contenedores transportables pueden estar en forma de mesas, recipientes, bandejas, paletas, etc. La población de MTU también entrega piezas de trabajo cuyo proceso de fabricación se ha completado en una celda de trabajo a otra celda de trabajo para que otro proceso de fabricación se realice en la pieza de trabajo o a una ubicación de celda que no es de trabajo en la instalación de fabricación (por ejemplo, una ubicación de envío o almacenamiento). Como debe apreciarse, las piezas de trabajo también pueden entregarse desde una ubicación de celda que no es de trabajo a una celda de trabajo. El término "celda de trabajo", como se usa en la presente descripción incluye, pero no se limita a, celdas robóticas, celdas de automatización dura, celdas manuales y celdas de prueba.

50 Con referencia ahora a la Figura 1, se muestra una disposición de las celdas de trabajo 12, 14, 16, 18 y las estaciones de contenedores 24a, 24b, las MTU 20a, 20b y las estaciones intermedias 26 asociadas en un entorno de fabricación ilustrativo 10. Las celdas de trabajo mostradas en la Figura 1 son las celdas de trabajo robóticas 12, las celdas de trabajo de automatización dura 14 que son equipos usados para un propósito de producción específico, por ejemplo, maquinaria CNC, las celdas de prueba 16 y las celdas de trabajo manual 18 en las que los humanos realizan el trabajo. Las MTU 20a proceden a una ubicación para recoger un contenedor transportable y las MTU 20b llevan los contenedores transportables a las ubicaciones deseadas. Como se describe a continuación, en el caso de que la siguiente celda de trabajo en el flujo de trabajo no esté preparada para recibir un contenedor transportable, las estaciones intermedias 26 retienen temporalmente el trabajo de proceso hasta que la celda de trabajo esté lista para recibir el trabajo. Debe señalarse que en la Figura 1, cada uno de los diferentes tipos de celdas de trabajo 12, 14, 16 y 18 y las estaciones de contenedores 24a, 24b, las dos MTU 20a, 20b y las estaciones intermedias 26 asociadas no solo tienen un número de referencia único, sino que también tienen un símbolo único.

60 Con referencia a la Figura 5, se muestra un ejemplo de un contenedor transportable en forma de una mesa 60. La mesa 60 incluye accesorios en forma de abrazaderas de palanca 62 para asegurar una pieza de trabajo a la mesa 60 y los pasadores de clavija 64 para colocar la pieza de trabajo en la mesa. Como se conoce por los expertos en la técnica, existen muchos otros medios para asegurar las piezas de trabajo a la mesa. Una o más piezas de trabajo también podrían

entregarse en recipientes, bandejas, paletas, etc., en lugar de asegurarse al contenedor. En el caso de que las piezas de trabajo no se aseguren al contenedor y, como se conoce por los expertos en la técnica, podría implementarse un sistema de visión u otros medios de localización para determinar la posición y/u orientación de las piezas de trabajo en el recipiente, bandeja, paleta, etc. El término "localización" o "localizar" como se usa en la presente descripción significa determinar en una celda de trabajo la posición y/u orientación de un contenedor y/o una pieza de trabajo con la determinación de la pieza de trabajo con o sin determinar la posición y/u orientación del contenedor, recipiente, etc. que retiene o contiene la pieza de trabajo.

Con referencia nuevamente a la Figura 1, cada celda de automatización dura 14 puede contener una o más piezas de maquinaria para realizar diversos procesos de fabricación. La maquinaria puede incluir, pero no se limita a, herramientas mecánicas (por ejemplo, un molino o torno CNC), prensas automatizadas u otra maquinaria estándar bien conocida por un experto en la técnica.

El término "maquinaria", como se usa en la presente descripción, incluye no solo la maquinaria descrita anteriormente en la celda de automatización dura 14 sino también los robots descritos a continuación en la celda 12, y el equipo que se encuentra en la celda de prueba 16 y la celda manual 18.

Como se conoce bien, cada celda de trabajo robótica 12 también incluye uno o más robots. Por ejemplo, la celda de trabajo robótica 12 puede tener dos robots, uno de los cuales sujeta una pieza de trabajo para trabajar sobre ellas y el otro sujeta una herramienta que realiza un trabajo específico en la pieza de trabajo o la herramienta puede ser adaptativa o flexible para que pueda usarse para realizar varias tareas en la pieza de trabajo. Cada robot en la celda puede ser, por ejemplo, un brazo robótico industrial con múltiples grados de libertad. Los ejemplos de tales brazos robóticos incluyen estructuras de brazos en serie y paralelos.

La celda de trabajo robótica 12 también puede incluir un cambiador de herramientas tal como, por ejemplo, la serie QC de cambiadores de herramientas, que es uno de los muchos cambiadores de herramientas disponibles de ATI Industrial Automation. Como se conoce bien, el cambiador de herramientas puede ser del tipo que requiere que la herramienta se cambie manualmente o puede ser del tipo que incluye un almacén de herramientas que permite que las herramientas se cambien automáticamente.

Como se muestra en el diagrama de bloques de la Figura 2, cada celda de trabajo robótica 12 también incluye un controlador robótico asociado u otro dispositivo de control 12a. Como también se muestra en la Figura 2, cada una de las celdas de trabajo de automatización dura 14, las celdas de prueba 16, las celdas de trabajo manuales 18 y las MTU 20a y 20b también incluyen un dispositivo de control asociado 14a, 16a, 18a y 20c, respectivamente. Un dispositivo de control es un dispositivo programable que ejecuta un programa y tiene la capacidad de comunicarse con otros dispositivos de control o sistemas informáticos.

Un sistema informático 22, también mostrado en la Figura 2, coordina las interacciones entre las celdas de trabajo 12, 14, 16 y 18 y las unidades de transporte móviles 20a y 20b al comunicarse con sus dispositivos de control respectivos 12a, 14a, 16a, 18a y 20c. En particular, las MTU 20a, 20b son llamadas a pedido (predictivamente) para recuperar, como lo hace la MTU 20a, los contenedores transportables desde un área de almacenamiento o una celda de trabajo anterior, y para entregar el contenedor transportable recuperado, como lo hace la MTU 20b a la próxima estación o celda de trabajo. Una solicitud a pedido se desencadena por un evento tal como la finalización de un proceso, una cantidad de tiempo especificada antes o después de la finalización de un proceso, un error de proceso, etc.

Cada una de las celdas de trabajo 12, 14, 16 y 18 puede, como se muestra en la Figura 1, tener una o más estaciones de contenedores 24a y 24b. Las estaciones de contenedores 24 son las ubicaciones en cada una de las celdas de trabajo donde se localizan los contenedores transportables y se puede trabajar dentro de la celda de trabajo. La Figura 1 muestra un ejemplo en un instante de tiempo dado de las estaciones de contenedores 24a, 24b. Las estaciones de contenedores 24b cuyo símbolo único en la Figura 1 es un cuadrado son las estaciones de contenedores que en ese instante de tiempo tienen contenedores transportables y las estaciones de contenedores 24a cuyo símbolo único es un círculo son las estaciones de contenedores que están vacías en ese instante de tiempo. Las múltiples estaciones de contenedores 24 en cada celda de trabajo permiten que la celda de trabajo comience a trabajar en una pieza de trabajo aún no trabajada inmediatamente después de que la celda de trabajo haya completado su trabajo en una pieza de trabajo en otro contenedor transportable en la celda de trabajo. Por lo tanto, las múltiples estaciones de contenedores 24 en cada celda de trabajo mantendrán óptimamente las celdas de trabajo en funcionamiento con casi un 100 % de uso.

Cada celda de trabajo puede tener un método para localizar los contenedores transportables mediante el uso de un enfoque basado en la mecánica o en sensores. Con referencia a la Figura 6, se muestra una modalidad de un método de localización basado en la mecánica en la forma de una estación de acoplamiento 88, que puede usarse en las estaciones de contenedores 24 para localizar de forma precisa y segura los contenedores transportables en ubicaciones específicas. En esta modalidad, la estación de acoplamiento 88 tiene dos actuadores lineales 90 con las abrazaderas unidas 92 y dos abrazaderas estacionarias 94.

Para esta modalidad, una mesa transportable tiene miembros transversales en las esquinas en la parte superior del bastidor para que se acoplen las abrazaderas cuando se accionan los actuadores lineales. Las dos abrazaderas en los

actuadores lineales empujan los miembros transversales que deslizan la mesa a lo largo de la parte superior de la estación de acoplamiento 88 hasta que las abrazaderas estacionarias 94 se acoplan a los miembros transversales restantes, lo que asegura con precisión la mesa en una posición y orientación conocidas dentro de la celda de trabajo. Este método de acoplamiento permite que una MTU coloque una mesa cerca de su posición final sin tener que ser demasiado precisa, lo que puede ser difícil para una MTU. Los expertos en la técnica podrían implementar otros diseños de estaciones de acoplamiento.

En otra modalidad, como se conoce por los expertos en la técnica, podría implementarse un método basado en sensores para localizar los contenedores transportables dentro de las celdas de trabajo. Este método basado en sensores podría usar sensores de visión o posición (por ejemplo, sensores de proximidad) o cualquier otra tecnología de sensores conocida por los expertos en la técnica. También debe apreciarse que podría usarse una combinación de tecnología basada en la mecánica y en sensores para localizar los contenedores y/o piezas de trabajo. Como se mencionó anteriormente, las piezas de trabajo pueden localizarse directamente sin localizar el contenedor transportable.

Con referencia ahora a la Figura 3, se muestra un diagrama de flujo 30 para la coordinación entre el sistema informático 22 y los dispositivos de control 12a, 14a, 16a, 18a y 20c para el movimiento de las MTU 20a, 20b en el entorno de fabricación 10.

Como se muestra en el bloque 32, cuando una celda de trabajo tiene un número predeterminado de segundos restantes para completar el trabajo sobre el contenido de un contenedor transportable en la celda, el dispositivo de control de la celda de trabajo en el bloque 34 se comunica con el sistema informático 22 y solicita que una MTU 20a o 20b se envíe a la celda. El número de segundos restantes en el bloque 32 puede ser cero para algunos casos, tal como cuando ocurre un error de proceso y el trabajo debe detenerse para la pieza de trabajo actual. En respuesta a la solicitud, en el bloque 36, el sistema informático 22 encuentra una MTU disponible que puede satisfacer la solicitud. Una MTU está "disponible" si no se está ejecutando activamente o no está asignada a una tarea. Por ejemplo, el estado de una MTU puede cambiar a "disponible" después de que haya realizado con éxito su tarea, tal como entregar una pieza de trabajo, un recipiente, una paleta, etc. a una celda de trabajo.

El sistema informático 22 tiene en su memoria información para encontrar una MTU disponible. Esta información incluye el estado actual de cada MTU, la red de carreteras y las reglas de tráfico para el movimiento de las MTU. La red de carreteras define carriles/trayectorias para que las sigan las MTU. Las reglas de tráfico definen, por ejemplo, direcciones unidireccionales para carriles/trayectorias cuando sea necesario y cuál MTU tiene la preferencia en caso de una posible colisión.

Con referencia a la Figura 4, se muestra un diagrama de flujo 76 para una modalidad usada por el sistema informático 22 para encontrar la MTU que se enviará a la celda de trabajo. En el bloque 78, el sistema informático 22 recibe una solicitud de una celda de trabajo 12, 14, 16 o 18 para enviar una MTU. En el bloque 80, el sistema informático 22 en respuesta a la solicitud de la celda de trabajo crea una lista de MTU disponibles de la población de MTU, es decir, el número total de MTU, N. El sistema informático 22 crea la lista basada en el estado actual de cada MTU. En el bloque 82, el sistema informático 22 calcula y clasifica los índices de rendimiento para las MTU disponibles en función de varios factores, tales como el estado de cada MTU, la red de carreteras y las reglas de tráfico. Esto podría ser tan simple como clasificar solo aquellas MTU que no llevan contenedores transportables y clasificarlas según la distancia desde la celda de trabajo. La MTU más cercana recibe un rango de 1 y la MTU más lejana recibe el rango numérico más alto. En el bloque 84, el sistema informático selecciona la MTU de menor rango (rango de 1) y envía esa MTU a la celda de trabajo que solicitó la MTU.

De vuelta a la Figura 3, en el bloque 38, la MTU disponible 20a o 20b se envía a la celda de trabajo que solicitó la MTU. En el bloque 40, la celda de trabajo que solicitó la MTU usa su dispositivo de control para informar al sistema informático 22 si el trabajo que estaba cerca o al finalizar (ver bloque 32) se completó correctamente. Como se conoce bien, la celda de trabajo puede hacer esta determinación mediante muchos medios, tal como mediante el uso de un sistema de visión o incorporar un sistema de prueba, tal como, por ejemplo, calibradores de ir/no ir en el instrumental de la celda de trabajo, para determinar si el trabajo se completó correctamente.

El bloque de decisión 42 pregunta en función de la información recibida desde la celda de trabajo que solicitó la MTU 20a o 20b, si el trabajo en esa celda se completó correctamente. Si el trabajo no se completó correctamente, es decir, si hay un error en el proceso de fabricación, entonces el sistema informático 22 en el bloque 44 transmite un comando al dispositivo de control 22c de la MTU asociada 20b con el trabajo para que esa MTU mueva el contenedor transportable con el trabajo completado incorrectamente a una estación de corrección del trabajo (por ejemplo, una estación manual 18 donde un ser humano completa correctamente el trabajo completado incorrectamente). Alternativamente, en dependencia del error del proceso, la MTU podría mover el contenedor transportable a un área de eliminación. El flujo termina entonces para esa pieza de trabajo.

Si el trabajo se completó correctamente, entonces el sistema informático 22 en el bloque de decisión 54 determina si todos los procesos se completan para la pieza de trabajo sobre la que se trabaja en el flujo de trabajo. Si la determinación es que no hay más procesos para realizar en la pieza de trabajo, entonces el sistema informático 22 en el bloque 56 ordena a la MTU asociada 20b que mueva el contenedor transportable con la pieza de trabajo completada a la siguiente

etapa en el flujo de trabajo que puede ser una ubicación de envío y el flujo termina para esa pieza de trabajo. La siguiente etapa en el flujo de trabajo también puede ser un almacén donde la pieza de trabajo completada se mantiene en inventario de manera que, por ejemplo, puede usarse para cumplir con los pedidos cuando las celdas de trabajo se detienen por mantenimiento.

5

Si el sistema informático en el bloque de decisión 54 determina que todavía hay procesos por realizar en esa pieza de trabajo, entonces el flujo procede al bloque 46. En el bloque 46, el sistema informático 22 verifica la siguiente celda de trabajo que recibirá el trabajo completado para ver si esa celda está preparada para recibir el contenedor transportable con el trabajo completado correctamente. El sistema informático 22 mantiene registros actualizados continuamente del estado de las celdas de trabajo 12, 14, 16 y 18 en el entorno de fabricación 10 y la relación de las celdas de trabajo con el trabajo que realizan las celdas de trabajo en el entorno 10.

10

En el bloque de decisión 48, el sistema informático 22 determina si la siguiente celda de trabajo 12 o 14 o 16 o 18 en el flujo de trabajo está preparada para recibir el trabajo completado correctamente. Si el sistema informático 22 determina, al consultar el dispositivo de control de la siguiente celda en el flujo de trabajo, que la siguiente celda no está lista para recibir ese trabajo, entonces el sistema informático 22 en el bloque 50 ordena al dispositivo de control de la MTU 20c para que la MTU asociada 20b mueva el contenedor transportable con el trabajo completado correctamente a una estación intermedia, 26 en la Figura 1, donde el trabajo completado se mantiene hasta que la siguiente celda de trabajo en el flujo de trabajo esté lista para recibir el trabajo. El flujo luego vuelve al bloque 46.

15

20

Si el sistema informático 22 determina que la siguiente celda de trabajo en el flujo de trabajo está preparada para recibir el trabajo completado correctamente, entonces el sistema informático en el bloque 52 ordena al dispositivo de control de la MTU asociada 20c para que la MTU 20b mueva el contenedor transportable con el trabajo completado correctamente a la siguiente celda de trabajo en el flujo de trabajo para esa pieza de trabajo y el flujo termina para esa pieza de trabajo.

25

Con referencia a la Figura 8, se muestra un diagrama de flujo para la coordinación de la entrega de piezas de trabajo de entrada a las celdas de trabajo mediante las MTU. Las piezas de trabajo de entrada son piezas de trabajo que se añaden a una pieza de trabajo o ensamble principal (por ejemplo, remaches, tuercas o pernos). Estas piezas de trabajo se entregan en contenedores transportables, que pueden ser en forma de mesas, recipientes, bandejas, paletas, etc. Como se muestra en el bloque 100, cuando una celda de trabajo tiene un número predeterminado de piezas de trabajo de entrada restantes en un contenedor, se genera una solicitud al sistema informático 22 en el bloque 102 para enviar una MTU a la celda. En respuesta a la solicitud, en el bloque 104, el sistema informático 22 encuentra una MTU disponible que puede satisfacer la solicitud y el sistema 22 en el bloque 106 envía esa MTU a la celda. Como se muestra en el bloque 108, el sistema informático 22 ordena a la MTU que mueva el contenedor de la celda de trabajo a una ubicación de almacenamiento o una ubicación para ser relleno con piezas de trabajo de entrada. En el bloque 110, la MTU espera a que el contenedor vuelva a llenarse o recoge otro contenedor que está abastecido con piezas de trabajo de entrada. Como se muestra en el bloque 112, se ordena a la MTU que mueva el contenedor a la celda de trabajo.

30

35

Con referencia ahora a la Figura 7, hay un diagrama de bloques que muestra la relación entre la ubicación del almacén 68 donde se almacenan las piezas de trabajo a trabajar y/o las piezas de trabajo completadas, la ubicación de fabricación 70 donde se encuentran las celdas de trabajo y la ubicación de envío 72 donde el trabajo completado se empaca para su envío a los clientes. Debe apreciarse que algunas configuraciones de instalaciones podrían tener uno o más de cualquiera de estos tipos de ubicaciones, o reemplazar la ubicación de envío por una ubicación de almacenamiento.

40

45

Debe apreciarse que pueden usarse poblaciones de equipos estandarizados en el entorno de fabricación de producción flexible descrito. Los equipos estandarizados incluyen, pero no se limitan a, robots, unidades de transporte móviles y contenedores transportables, y proporcionan la naturaleza altamente flexible de este entorno de fabricación. Cuando hay un cambio en el flujo del proceso en el entorno de fabricación, los cambios principales que deberán realizarse son las actualizaciones del software de planificación con poco o ningún cambio de hardware. Las actualizaciones del software incluirían un cambio en la planificación de la trayectoria para añadir o eliminar celdas de trabajo según sea necesario. Los cambios de hardware que pueden ser necesarios podrían incluir cambios de herramientas, que serían necesarios independientemente del método de entrega, o la adición o eliminación de plataformas móviles y contenedores transportables. Por lo tanto, este uso de equipos estándares permite un cambio rápido de un flujo de producción a otro.

50

55

También debe apreciarse que:

los procesos realizados en las celdas de trabajo robóticas, de automatización dura y manuales podrían incluir limpieza, pintura, recubrimiento o tratamiento de superficies;

60

cuando una de las celdas de trabajo va a cambiar el proceso de fabricación del proceso que la celda está realizando a otro del uno o más procesos de fabricación que la celda es capaz de realizar, el sistema informático transmite información a esa celda de trabajo sobre el proceso de fabricación a realizarse donde la información transmitida puede ser cambios en el software asociado con el proceso de la celda. El cambio en el proceso de fabricación puede requerir un cambio en las herramientas usadas por la celda para realizar el trabajo y un cambio en el cronograma de enrutamiento para las MTU;

65

ES 2 769 797 T3

el uno o más procesos de fabricación a realizar por la una o más celdas de trabajo tienen flujos distintos que permiten la fabricación simultánea de múltiples piezas de trabajo;

5 un flujo de proceso de fabricación puede ser una de la una o más celdas de trabajo que realiza al menos un proceso de fabricación en una pieza de trabajo y también puede incluir la adición de otra de las celdas de trabajo para realizar otro proceso de fabricación en esa pieza de trabajo después que la una de la una o más celdas de trabajo ha realizado el al menos un proceso de fabricación en la pieza de trabajo. La adición de otra celda de trabajo puede requerir cambios de software para actualizar el cronograma de enrutamiento para las MTU, la actualización del software para agregar la tarea que se realizará en la nueva celda de trabajo y también requiere añadir herramientas a la nueva celda de trabajo; y un
10 primer flujo del proceso de fabricación que tiene dos o más celdas de trabajo cada una que realiza al menos un proceso de fabricación en una pieza de trabajo puede cambiar a un segundo flujo del proceso de fabricación que requiere menos celdas de trabajo con los cambios asociados necesarios realizados en el cronograma de enrutamiento para las MTU.

Debe apreciarse además que el entorno de fabricación de producción flexible descrito:

15 facilita la división de la línea de producción para fabricar múltiples y diferentes piezas de trabajo;

permite, si una celda necesita repararse, otra celda para hacerse cargo del trabajo al mover la herramienta en el cambiador que realiza o realizaría el trabajo en la celda que va a repararse al cambiador en la celda que se hace cargo del desempeño
20 del trabajo;

facilita la duplicación de un flujo completo del proceso de fabricación para que múltiples instancias del flujo del proceso puedan ejecutarse en paralelo para aumentar la tasa de producción;

25 facilita los procesos más largos, agrega procesos paralelos para mantener la tasa de producción;

permite que las celdas funcionen con un uso cercano al 100 %, ya que de manera óptima no hay que esperar el tiempo de transporte;

30 permite que las piezas de trabajo que requieren corrección se redirijan automáticamente a una estación manual sin desplazarse a través de las otras estaciones, lo que mantiene así la utilización de la celda de trabajo cerca del 100 %;

permite que las estaciones intermedias de las piezas de trabajo estén en cualquier lugar del entorno de fabricación sin ocupar espacio en la línea como lo harían con un transportador y las estaciones intermedias pueden asignarse
35 dinámicamente según sea necesario en función del conocimiento previo del espacio abierto disponible;

facilita el ajuste del sistema a lo largo del tiempo ya que no se requiere corrección del transportador fijo; y

40 permite planificar con antelación y actualizar un cronograma y enrutamiento para entregar una MTU a al menos una de la una o más celdas de trabajo cuando ha ocurrido un evento de proceso, donde ese evento puede ser, por ejemplo, un error, un cambio de orden, un cambio en la cantidad de MTU usadas, una solicitud de cambio de proceso o una solicitud de espera.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de fabricación que comprende:
- 5 una pluralidad de celdas de trabajo (12, 14, 16, 18), donde cada una de dichas celdas realiza uno o más procesos de fabricación en una de una pluralidad de piezas de trabajo asociadas;
- 10 un dispositivo de control (12a, 14a, 16a, 18a) incluido en cada celda de trabajo de la pluralidad de celdas de trabajo y configurado para determinar si un trabajo realizado en una celda de trabajo correspondiente se completa correctamente,
- 15 una o más unidades de transporte móviles (20a, 20b), MTU, para entregar contenedores transportables que contienen dichas piezas de trabajo hacia y desde dichas celdas de trabajo, dicha una o más unidades de transporte móviles que entregan dichos contenedores a dichas celdas de trabajo por carriles o trayectorias entre dichas celdas de trabajo y de manera que dichas piezas de trabajo se localizan en dichas celdas de trabajo; y
- 20 un sistema informático (22) que se comunica con el dispositivo de control en cada una de las celdas de trabajo, que tiene en el mismo información de estado para cada una de dicha una o más MTU y que usa dicha información de estado para controlar cada una de dicha una o más MTU para entregar dichos contenedores transportables hacia y desde dichas celdas de trabajo; en donde cuando se determina que el trabajo realizado en una de dichas celdas de trabajo en dicha pieza de trabajo asociada es un error, dicho sistema informático ordena a dicha una o más MTU asociadas que entreguen dicho contenedor transportable con dicha pieza de trabajo en la que se realizó dicho trabajo a una de una estación de corrección del trabajo o un área de eliminación.
- 25 2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde existe un flujo de proceso conocido que dicho sistema informático usa para realizar la selección de la MTU.
- 30 3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dicho sistema informático realiza la programación de la producción y el enrutamiento de la pieza de trabajo.
- 35 4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos una de dichas celdas de trabajo comprende la maquinaria capaz de realizar dicho uno o más procesos de fabricación.
- 40 5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, en donde al menos una de dichas celdas de trabajo comprende uno o más brazos robóticos industriales.
- 45 6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en donde uno o más de dichos uno o más brazos robóticos industriales comprende un cambiador de herramientas que permite que dicha herramienta adaptada para realizar dicha tarea específica se cambie por otra herramienta adaptada para realizar otra tarea específica cuando cada uno de dicho uno o más robots tienen que realizar dicha otra tarea específica.
- 50 7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho sistema informático tiene una red de carreteras y reglas de tráfico para controlar el movimiento de cada una de dicha una o más MTU.
- 55 8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 7, en donde dicha red de carreteras define carriles o trayectorias seleccionados para que las sigan dichas MTU y dichas reglas de tráfico definen direcciones unidireccionales para los carriles o trayectorias seleccionados cuando sea necesario y cuál de dicha una o más MTU tiene la preferencia en caso de una posible colisión.
- 60 9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos una de dichas celdas de trabajo ubica dichos contenedores transportables dentro de dicha al menos una de dichas celdas de trabajo.
- 65 10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada una de dichas celdas de trabajo que realiza el trabajo en dichas piezas de trabajo en dicho contenedor transportable entregado a dichas solicitudes de celda de trabajo que realiza trabajo en un tiempo predeterminado en función de cuánto tiempo queda para completar dicho trabajo que enviarán una de dicha una o más MTU bajo demanda a dicha celda de trabajo solicitante.
11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichos procesos de fabricación realizados por cada una de dichas celdas de trabajo y el flujo de MTU se controlan de acuerdo con un programa de producción asociado.
12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde dicho flujo de MTU puede cambiar cuando ha ocurrido un evento de proceso.
13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho uno o más procesos de fabricación en dichas celdas de trabajo pueden cambiar para que dicha celda de trabajo realice uno diferente de dicho uno o más procesos de fabricación.

14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho sistema informático transmite información a dicha celda de trabajo sobre dicho proceso diferente de dicho uno o más procesos de fabricación a realizar.
- 5 15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cuando dicho error en una pieza de trabajo se corrige en dicha estación de corrección del trabajo y dicho sistema informático ordena a dicha una o más MTU asociadas que entreguen dichos contenedores transportables con dicha pieza de trabajo corregida a una de: una ubicación para recibir las piezas de trabajo completadas o a una celda de trabajo que puede realizar dicho uno o más procesos adicionales cuando se determina que uno o más procesos adicionales aún deben realizarse en dicha pieza de trabajo.

10

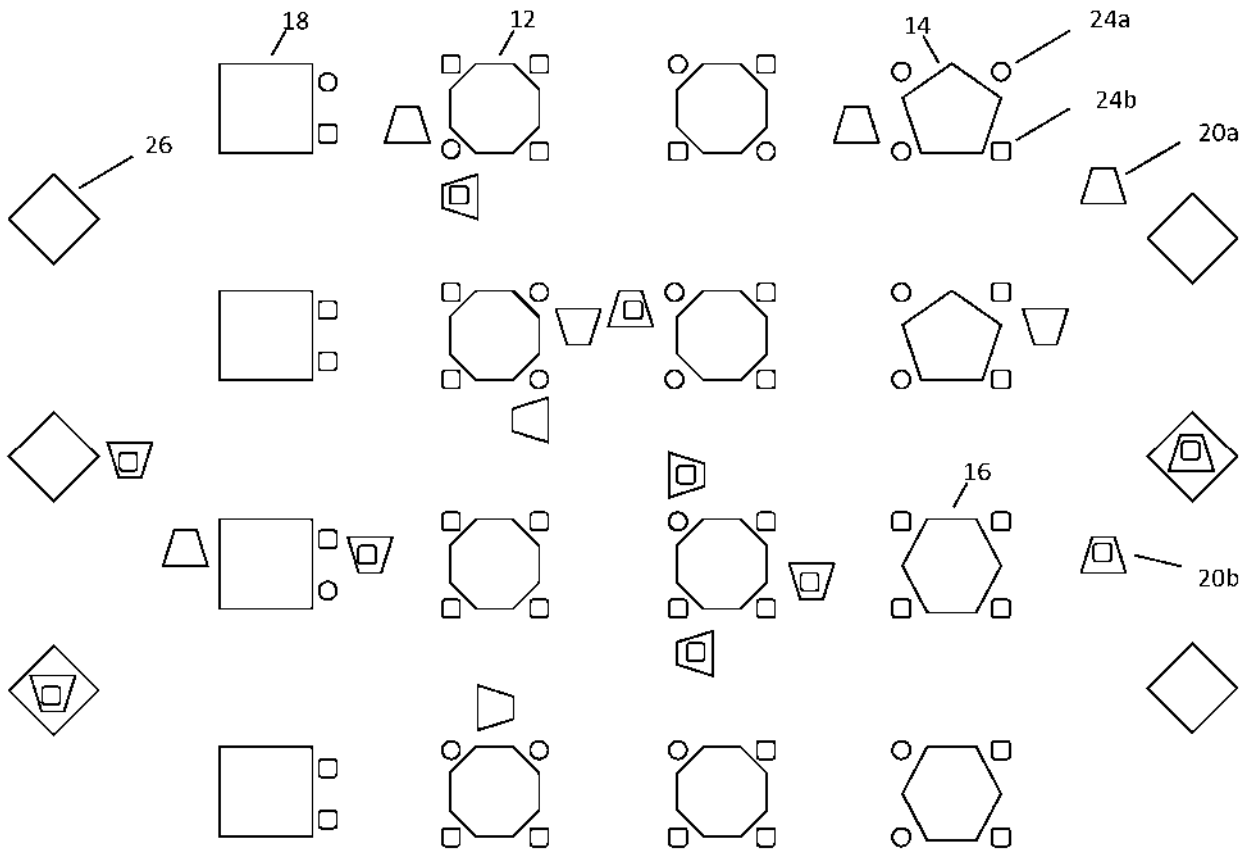


Figura 1

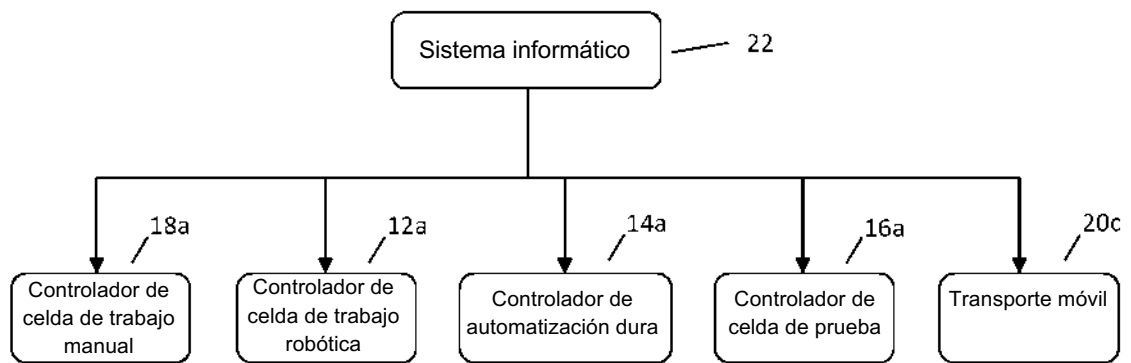


Figura 2

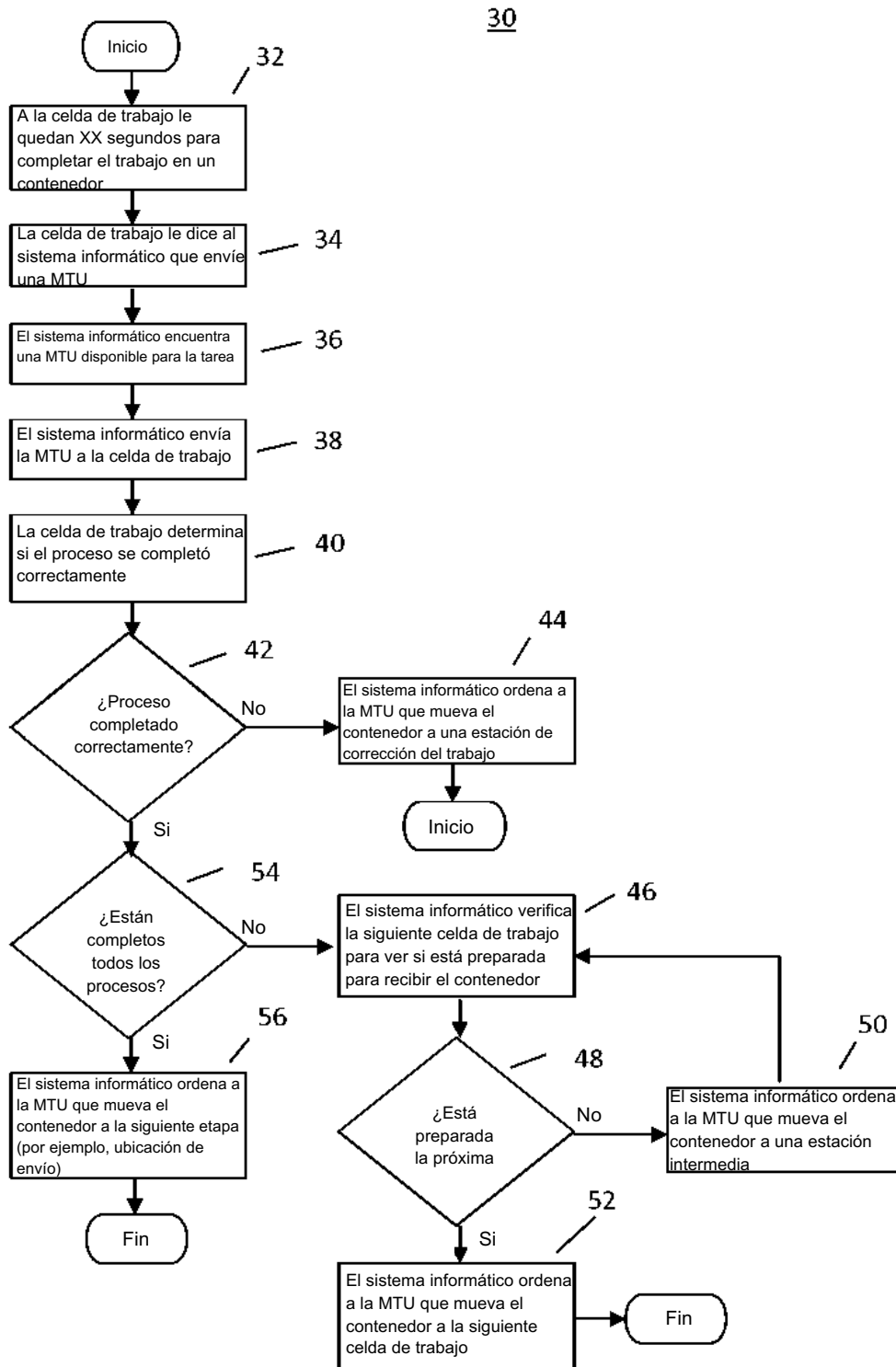


Figura 3

76

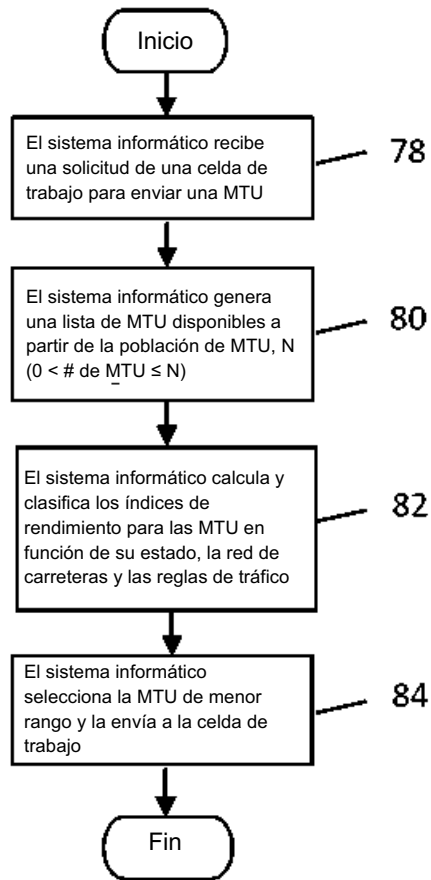


Figura 4

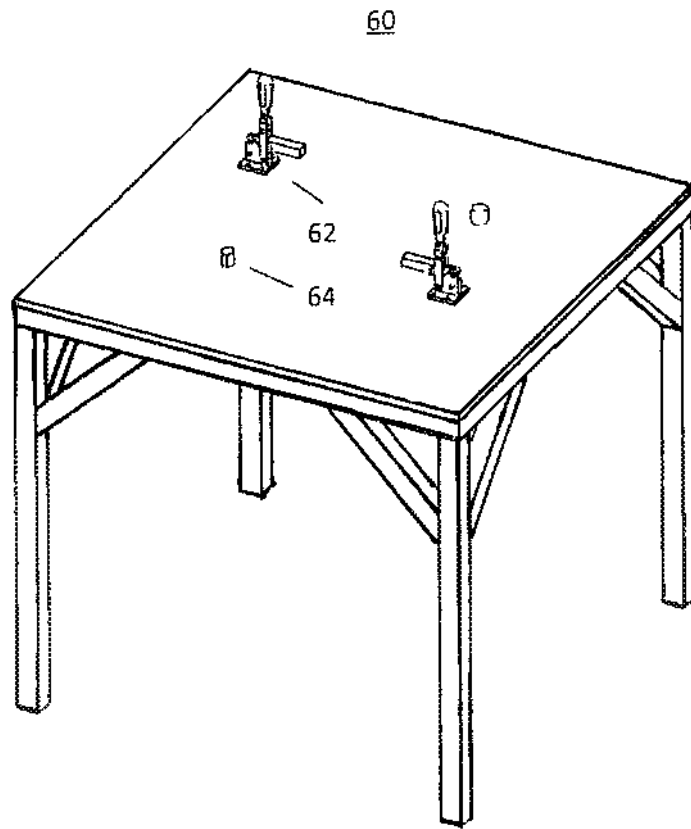


Figura 5

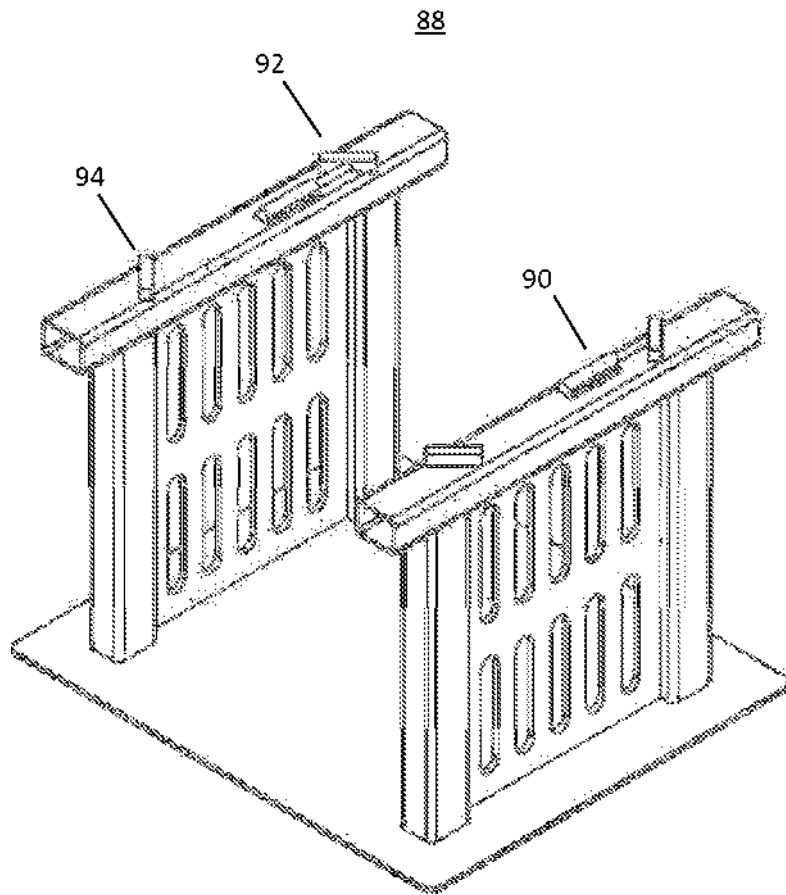


Figura 6

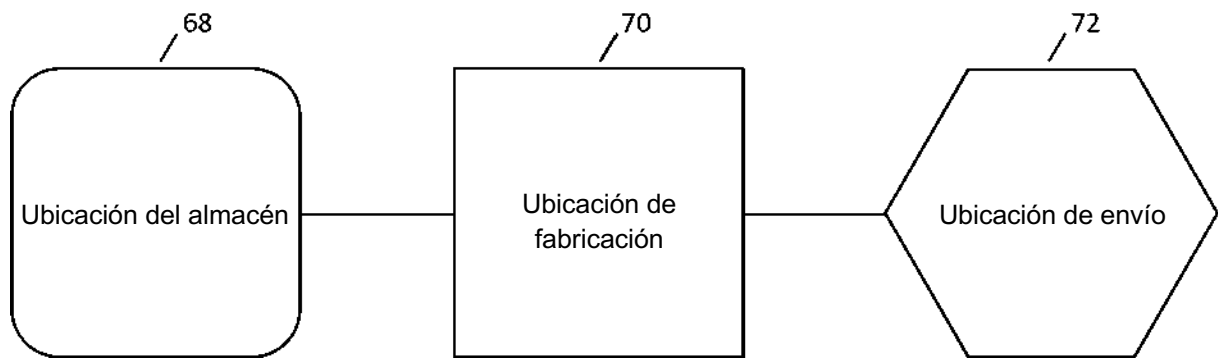


Figura 7

98

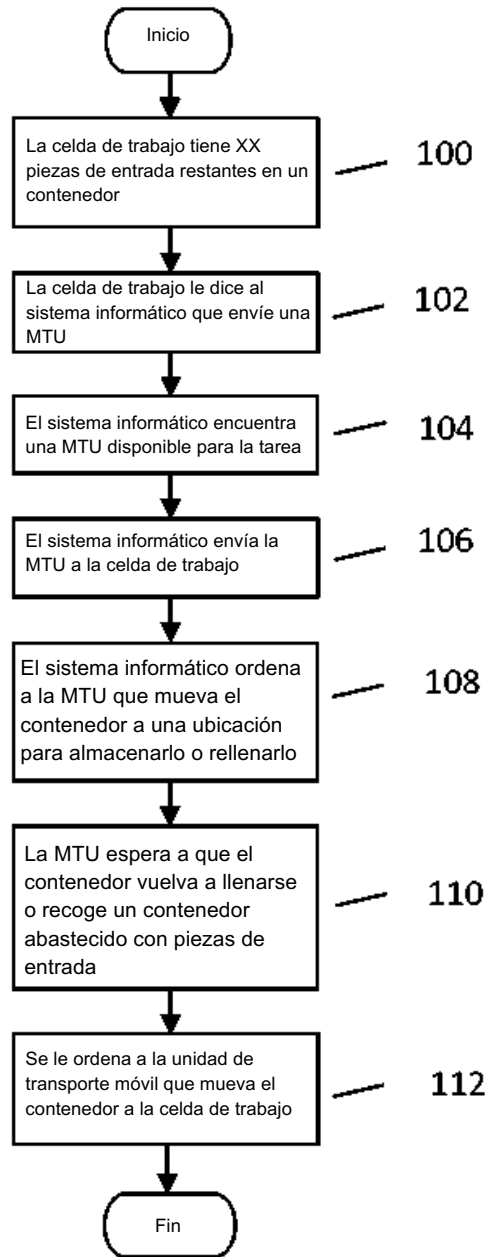


Figura 8